

# ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ КРАТЕРОВ НА ПОВЕРХНОСТИ КАТОДА КОРОТКОГО ВАКУУМНОГО РАЗРЯДА

Карышев П.П.<sup>1\*</sup>, Земсков Ю.А.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Институт электрофизики УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [karpatrik@mail.ru](mailto:karpatrik@mail.ru)

## INVESTIGATION OF FEATURES OF CRATER FORMATION ON THE CATHODE SURFACE IN THE SHORT VACUUM DISCHARGE

Karishev P.P.<sup>1\*</sup>, Zemskov Yu.A.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> Institute of Electrophysics UB RAS, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The complex investigation of a submicrosecond vacuum arc discharge has been carried out. The cable generator with several pulse durations was used. The discharge current, ion current was recorded and quantity of droplets was estimated for each discharge pulse. Erosion traces on cathode surface was analyzed. And few types of erosion traces can be distinguished.

Было проведено комплексное исследование короткого (10 - 100 нс) вакуумного разряда, включающее оценку ионной эрозии, капельной эрозии и образование кратера. Эксперимент проводился в условиях высокого вакуума. В качестве катода использовалась сборка из нескольких вольфрамовых проволок, расположенных параллельно в одной плоскости. Проволочки имели начальный диаметр 90 мкм, и перед установкой в экспериментальную камеру подвергались электрохимическому травлению в растворе едкого натра, что приводило наряду с улучшением качества поверхности к уменьшению диаметра до 40-50 мкм. Анод был также вольфрамовый в виде иглы диаметром 100 мкм с радиусом кривизны острия около 10 мкм. Подвижные вакуумные вводы с винтовыми манипуляторами позволяли взаимное перемещение электродов для выбора места поджига разряда и межэлектродного расстояния. Разряд происходил между острием анода и произвольно выбираемым участком на поверхности одной из катодных проволок. Такая схема дает возможность многократно получать следы взрывных процессов на большом количестве участков многоострийного катода без разборки вакуумной установки. Использование коротких разрядов позволило детализовать развитие эрозии катода. В качестве источника, питающего разрядник, использовался кабельный генератор с различными длительностями импульсов (8, 18, 45 и 100 нс). Для каждого импульса разряда измерялся ток разряда и ионный ток, а также оценивалось количество капель по интегральным фотоизображениям картины разряда. Фотофиксация проводилась цифровой камерой при помощи оптического микроскопа. Этот же микроскоп использовался для контроля за манипуляциями с электродами при выборе точки разряда. В ходе исследования

были получены зависимости ионного заряда и количества капель от длительности разрядного импульса. Обнаружено значительное различие в форме импульса ионного тока при длительностях разряда менее 40 нс и более длинных. Оценка количества капель показывает приблизительно логарифмический рост этого количества с длительностью разряда. Также были проанализированы следы разряда на поверхности катода, среди которых можно выделить начальную стадию кратерообразования, глубокие кратеры и области оплавления. Глубокие кратеры по видимому являются следствием первоначального взрыва на поверхности катода и связаны с интенсивным образованием капель. Кратеры такого типа появляются при длительности импульса, превышающей 20 нс. Форма таких кратеров свидетельствует о том, что ток в данном режиме сосредоточен в очень малой области менее 2 мкм.

## ТРЁХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ БЛОХОВСКИХ ЛИНИЙ В ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЕ ПЛЁНОК С ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОЙ АНИЗОТРОПИЕЙ

Изможеров И.М.<sup>1,2\*</sup>, Байкенов Е.Ж.<sup>1</sup>, Зверев В.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> ФГБУН «Институт физики металлов УрО РАН», г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [ivan\\_izm@inbox.ru](mailto:ivan_izm@inbox.ru)

## 3D-BLOCH LINES MODEL IN DOMAIN STRUCTURE OF THIN FILMS WITH PERPENDICULAR MAGNETIC ANISOTROPY

Izmozherov I.M.<sup>1,2\*</sup>, Baykenov E.Z.<sup>1</sup>, Zverev V.V.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> Institute of metal physics, Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russia

This paper deals with linear and dot topological defects: Bloch lines and Bloch points known to exist in thin films with perpendicular anisotropy. 3D model for Bloch line with Bloch point in its structure is suggested and compared with obtained by means of micromagnetic simulations in films with quality factor  $Q < 1$

Хорошо известно одномерное решение для доменной границы (ДГ), содержащей блоховскую линию (БЛ), согласующееся с экспериментальными данными для плёнок, с перпендикулярной анизотропией и фактором качества  $Q \gg 1$  [1]. В плёнках же с  $Q < 1$  конкуренция анизотропийного и магнитостатического вклада в полную энергию ферромагнетика приводит к тому что доменная граница (ДГ), имеет блоховский характер внутри образца и неелевский – вблизи поверхностей. Кроме того, в таких плёнках наблюдаются типы доменных структур, не являющиеся полосовыми, так что необходимо учитывать кривизну ДГ, в которой